

铃兰族(广义)花粉形态与叶表皮特征的研究

马黎明 洪德元

(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室, 北京 100093)

POLLEN MORPHOLOGY AND EPIDERMAL CHARACTERS OF LEAVES IN CONVALLARIEAE (S. L.)

MA LI-MING HONG DE-YUAN

(Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, and Herbarium, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Summary The tribe Convallarieae (sensu Krause 1930) consists of 7 genera, i.e. *Convallaria*, *Speirantha*, *Reineckia*, *Theropogon*, *Tupistra*, *Rohdea* and *Aspidistra*, but now generally recognized as two tribes, Convallarieae (the former 4 genera) and Aspidistreae (the rest). Observed in this work were pollen morphology of 17 species and epidermal characters of leaves of 12 species. All the 7 genera are covered in observations.

Pollen grains in Convallarieae (s. str.) are all monosulcate and boat-shaped (Plate 1: A—F). The exine is rather uniformly microperforate (Plate 1: A—F); only *Theropogon* is exceptional in this respect: it has rugulate exine (Plate 1: O, P). Tang and Zhang (1985) have pointed out the heterogeneity of *Theropogon* in this tribe. Pollen morphology in the tribe Aspidistreae is widely variable. The genera *Tupistra* and *Rohdea* were shown to have monosulcate and boat-shaped pollen grains. Their exine is perforate or reticulate (Plate 1: G—N). Pollen grains in the genus *Aspidistra*, however, are nonaperturate and spheroidal. The exine in the genus varies from crass-rugulate, variously gemmate to tuberculate-baculate (Plate 2: A—H). The pollen morphology of *Aspidistra* is therefore distinctly different from that of *Tupistra* and *Rohdea*, which supports the Nakai's (1936) establishment of the tribe Rohdeae for *Tupistra* and *Rohdea*. Therefore, Krause's Convallarieae is reasonably divided into at least three tribes, Convallarieae (*Speirantha*, *Convallaria*, *Reineckia* and *Theropogon*), Aspidistreae (*Aspidistra*) and Rohdeae (*Rohdea* and *Tupistra*). The pollen characters of all the 7 genera are shown in Table 1. The evolutionary trends of pollen morphology (aperture and exine) in the three tribes are discussed and our major view-points are shown in Fig. 1.

Observations on epidermal characters of leaves show that in the Convallarieae (s. l.) stomatal apparatuses are all anomocytic; cuticular layer on the upper epidermis is mainly striate-thickened or rather uniformly thickened (Plate 2: J—P; Plate 3: A—C, F—N), whereas in the genus *Convallaria* the cuticular layer is squamosely thickened (Plate 2: I; Plate 3: D, E). The epidermal characters of leaves in the 7 genera are summarized in Table 2.

Key words Pollen morphology; Evolutionary trends; Epidermal characters; Convallarieae;

Aspidistreae; Rohdeae

摘要 对铃兰族(广义)7个属分别作了花粉(17种)扫描电镜观察和叶表皮(12种)的光学显微镜和扫描电镜观察。花粉可分为8个类型。在狭义的铃兰族的4个属内,花粉全为远极单槽,舟状。它们的外壁除夏须草属外,都具细孔。夏须草属的花粉外壁则为细皱。Hutchinson (1934)的蜘蛛抱蛋族花粉形态变异很大,其中开口箭属和万年青属的花粉为远极单槽,舟形,外壁具穿孔或网纹,而蜘蛛抱蛋属的花粉则为球状,无萌发孔。其间的显著差异支持 Nakai 为前两个属建立万年青族(Rohdeae)。表1归纳了7个属的花粉形态;图1是我们对铃兰族(广义)花粉形态演化的见解。叶表皮观察表明,气孔器为无规则型,上表皮角质层主要为条纹加厚,或均匀加厚,而铃兰属的角质层秕糠状加厚。7个属的叶表皮特征归纳于表2。

关键词 花粉形态;进化趋势;叶表皮特征;铃兰族;蜘蛛抱蛋族;万年青族

铃兰族(广义)是 Krause (1930)建立的,它包括7个属:铃兰属、白穗花属、吉祥草属、夏须草属、万年青属、开口箭属和蜘蛛抱蛋属。Hutchinson (1934)把该族划分为两族,前4属归为狭义的铃兰族,后3属归为蜘蛛抱蛋族(Aspidistreae)。Nakai (1936)进一步把蜘蛛抱蛋族划分为两个族,即万年青族(包括开口箭属和万年青属)和单属的蜘蛛抱蛋族。但以后的学者,如 Hutchinson (1973), Dahlgren 和 Clifford (1982), Takhtajan (1980, 1987)等均仍坚持 Hutchinson (1934)的观点。Chang 和 Hsu (1974)对台湾的蜘蛛抱蛋属和开口箭作了核型研究后, *Aspidistra* 为 $x = 18$, 而 *Tupistra* 和 *Rohdea* 为 $x = 19$, 而且前者核型属 2C, 后两个属为 2B。核型上区别十分明显。他们还对比了其间的形态差异,也建议采纳 Nakai 的处理。洪德元等(洪德元等 1985; Hong et al. 1989)对这一类群,特别是对 *Aspidistra*, 作了核型分析和对比。尽管发现蜘蛛抱蛋属基数有两个,即 $x = 18, 19$, 但仍认为该属的核型(2C, 3C)与 *Tupistra* 和 *Rohdea* 的核型(均为 2B)差异悬殊。汤彦承和张无休(1985)对铃兰族(狭义)作了花粉观察,支持 Utrech (1979)的观点,认为 *Theropogon* 是该族中一个异质性的成员。本工作是在已有工作的基础上对仍有争论的铃兰族(广义)作系统的花粉和叶表皮特征观察,为这一类群的系统与进化研究积累更丰富的证据。

材 料 与 方 法

观察材料采自本所实验温室和标本馆(PE)的腊叶标本。(1)花粉扫描电镜制片法:将所收集花粉用50%的乙醇浸泡数分钟,使变形干花粉复原,任其自然干燥。在解剖镜下取少数花粉涂撒在双面胶上,喷镀后在 Hitachi S-800 扫描电镜下观察。(2)叶片扫描电镜制片法:取 1 cm^2 大小的叶片,在磷酸缓冲液中用毛笔轻刷表面,除去表面污物,任其自然干燥。干后取小块叶子粘于双面胶上,喷镀后,在上述扫描电镜下观察。(3)叶表皮解剖制片法:取 1 cm^2 大小叶片,放入30%的次氯酸钠溶液中,在 35°C 恒温箱中,放置若干小时,待叶片发白,立即移入蒸馏水中。在解剖镜下,用毛笔将叶肉细胞刷净,番红染色1分钟,逐级脱水,最后用加拿大树胶封片。

结 果

一、花粉形态

在铃兰族(广义)中,我们首先按萌发孔的有无和花粉粒形状,把花粉划分为两大类,然后按外壁纹饰再各分为4个亚类型,因此共有8个类型。

(一) 具远极单槽的舟状花粉粒 (monosulcate and boat-shaped pollen grains)

1. 外壁具细穿孔纹饰 (microperforate exine)

A. 铃兰属 *Convallaria* L. (图版 1: A, B)

仅 *C. majalis* L. 一种。花粉粒舟状,大小为 $(15.2-35.25)25.43 \times (32.51-58.8)43.75 \mu\text{m}$ 。具几乎达赤道轮廓的单槽。外壁为致密的细穿孔纹饰,穿孔的大小不规则[汤彦承等(1985)称细网纹]。

B. 白穗花属 *Speirantha* Baker (图版 1: C, D)

仅 *S. gardenii* (Hook.) Baill 一种。花粉粒为舟状,大小为 $(16.73-23.50)19.42 \times (32.43-44.65)36.69 \mu\text{m}$,具几乎达赤道轮廓的单槽。外壁为致密的细穿孔纹饰(穿孔有时不穿透,形成小穴),穿孔的大小和形状不很规则[汤彦承等(1985)称细网纹]。

C. 吉祥草属 *Reineckia* Kunth (图版 1: E, F)

一般认为该属仅 *R. carnea* (Andr.) Kunth 一种。花粉为舟状,大小为 $(18.75-30.55)24.27 \times (35.59-47.00)39.58 \mu\text{m}$,具几乎达赤道轮廓的单槽。外壁为致密的细穿孔纹饰,穿孔的大小,形状极不规则且稍大于前面两个属的穿孔[汤彦承等(1985)称细网纹]。

2. 外壁具穿孔纹饰 (perforate exine)

D. 万年青属 *Rohdea* Roth (图版 1: G, H)

仅 *R. japonica* (Thunb.) Roth 一种。花粉粒为舟状,大小为 $(16.86-18.24)17.35 \times (41.11-47.84)45.22 \mu\text{m}$,具几乎达赤道轮廓的单槽。外壁为具穿孔纹饰,孔径远大于上述三个属的,穿孔的大小不均匀,穿孔与穿孔之间有深浅不等的小穴。

E. 开口箭属 *Tupistra* Ker-Gawl. (一部分)。

本属至今已记载约20种,所有这些种的花粉粒均为舟状,大小为 $(16.95-24.25)21.43 \times (38.27-48.73)43.06 \mu\text{m}$,具几乎达赤道轮廓的单槽。在该属中,不同种的花粉外壁纹饰不同,主要有孔穴和网纹两种类型。

在筒花开口箭 *T. delavayi* Franch. 中,花粉粒外壁为致密的孔纹,孔大小不规则,但明显大于铃兰,白穗花和吉祥草,与万年青类似,穿孔间具清晰或不清晰的小穴,穿孔的形状不规则,(图版 1: I, J)。

3. 网纹类型 (reticulate exine)

E. 开口箭属 *Tupistra* Ker-Gawl. (一部分)。

在云南开口箭 *T. yunnanensis* Wang et Liang 中,花粉外壁为不典型的网纹,因为网眼之间的距离时常大于网眼直径,网眼大小和形状极不规则,网背上具致密的大小形状不均等的穴(图版 1: K, L)。 *Tupistra membranacea* Hong (sp. nov. 未发表)中,花粉外壁则为典型的网纹,网眼不规则,网背上具稀疏的小穴(图版 1: M, N)。

4. 外壁具皱波状纹饰 (rugulate exine)。

F. 夏须草属 *Theropogon* Maxim. (图版 1: O,P)。

仅 *T. pallidus* Maxim. 一种。花粉为舟状, 大小为 $(12.16-21.15)15.45 \times (22.70-37.70)27.99 \mu\text{m}$, 具几乎达赤道轮廓的单槽。外壁为致密的皱波状纹饰 [汤彦承等 (1985) 称细颗粒状纹饰]。

(二) 无萌发孔的球状花粉粒 (nonaperturate and spheroidal pollen grains)。

G. 蜘蛛抱蛋属 *Aspidistra* Ker-Gawl.

本属花粉均无萌发孔, 球形, 外壁薄, 直径为 $(18.49-29.24(-40.62)) \mu\text{m}$ 。外壁纹饰较复杂, 在不同的种中, 花粉外壁纹饰不同, 主要有以下四类:

1. 大皱波状纹饰 (crass-rugulate exine)

在 *A. dolichanthera* X. X. Chen 中, 外壁为不连续的皱波状纹饰, 在不连续处具不清晰的小穴 (图版 2: A,B)。

2. 小芽孢-孔穴状纹饰 (gemmate-perforate exine)

在 *A. tonkinensis* (Gagnep.) Wang et Lang 中, 花粉外壁具稀疏的球状小芽孢突起, 芽孢表面光滑, 芽孢与芽孢之间具许多大小、形状极不规则的穿孔和深浅不等的穴 (图版 2: C,D)。

3. 小芽孢状纹饰 (gemmate exine)

在 *A. subrotata* Y. Wan et C. C. Huang 中, 花粉外壁具致密的小芽孢状突起, 芽孢的大小不等, 球状或半球状。小芽孢表面光滑, 芽孢与芽孢之间粗糙, 与上一种不同的是, 芽孢间无穿孔和穴, 芽孢的密度也大些 (图版 2: E,F)。

4. 瘤棒状纹饰 (tuberculate-baculate exine)

在 *A. minutiflora* Stapf 中, 花粉外壁具致密的瘤棒状纹饰, 瘤的大小不规则, 瘤基有时收缢形成柄, 瘤表面光滑 (图版 2: G,H)。

除上述 4 种具较特殊的纹饰外, 该属中其它成员, 如: *A. elatior* Bll; *A. omeiensis* Z. Y. Zhu et J. L. Zhang; *A. saxicola* Y. Wan; *A. sichuanensis* K. Y. Lang et Z. Y. Zhu; *A. oblanceifolia* Wang et K. Y. Lang 等, 花粉外壁纹饰介于 *A. subrotata* Y. Wan et C. C. Huang 与 *A. tonkinensis* (Gagnep.) Wang et Lang 之间, 即: 外壁具大小不等的瘤状突起, 瘤与瘤之间粗糙, 有时具穿孔, 但穿孔绝无 *A. tonkinensis* 多。

根据以上对铃兰族(广义)各属花粉的研究结果, 总结归纳为表 1。

二、叶表皮特征

本文也对铃兰族(广义)的叶表皮细胞形态、气孔器类型, 以及叶表面角质层的加厚方式作了研究。现详述如下:

1. 铃兰属 *Convallaria* L.

叶下表皮细胞极不规则, 气孔器为无规则型, 共用副卫细胞的现象很普遍 (图版 2: I)。叶上表皮细胞较规则, 气孔少。叶表面扫描结果表明: 气孔稍凹陷或与表皮细胞在同一平面, 气孔孔缘明显具一圈蜡质。叶片上表面角质层为细鳞片状 (图版 3: D,E)。

2. 白穗花属 *Speirantha* Baker

叶下表皮细胞常为多边形, 细胞长轴与叶片长轴平行, 气孔器为无规则型, (图版 2: J)。

表 1 铃兰族(广义)的花粉形态
Table 1 Pollen morphology of Convallarieae (s.l.)

Taxon	Aperture	Shape of pollen grains	Exine sculpture
<i>Convallaria</i>	monosulcate	boat-shaped	microperforate
<i>Speirantha</i>	ditto	ditto	ditto
<i>Reineckia</i>	ditto	ditto	ditto
<i>Rohdea</i>	ditto	ditto	perforate
<i>Tupistra</i>	ditto	ditto	perforate or reticulate
<i>Theropogon</i>	ditto	ditto	rugulate
<i>Aspidistra</i>	nonaperturate	spheroidal	crass-rugulate, gemmate or tuberculate-baculate

上表皮细胞形态基本与下表皮的相似,但气孔较少。叶片扫描结果显示:气孔与表皮细胞近于一个平面;叶上表面角质层加厚较均匀,使得表皮细胞的轮廓清晰可见;角质层上有时具颗粒状或碎片状的蜡质(图版 3: F)。

3. 吉祥草属 *Reineckia* Kunth

叶下表皮细胞长条形,长宽之比值为 5—7,细胞长轴与叶片长轴平行,气孔器为无规则型(图版 2: K)。上表皮细胞形态与下表皮的类似,但气孔少。叶片扫描表明:气孔与表皮细胞近于一个平面,气孔孔缘有或无明显的蜡质;叶上表面角质呈不明显的粗条纹状加厚(图版 3: G)。

4. 夏须草属 *Theropogon* Maxim.

叶下表皮细胞较规则,长方形或多边形,气孔器为无规则型(图版 2: L)。上表皮细胞长条形,很规则,无气孔。叶片扫描结果显示:角质不均匀加厚,气孔常不见(图版 3: H)。

5. 万年青属 *Rohdea* Roth

叶下表皮细胞砖形,排列整齐或多边形,在成熟叶中,表皮细胞时常具明显的细胞核,气孔极多,无规则型,保卫细胞含细胞核(图版 2: M)。上表皮细胞长方形,很规则,气孔极少。叶片扫描结果表明:气孔与表皮细胞近于一个平面,气孔孔缘有蜡质或无;叶上表面角质为致密的细条纹状加厚(图版 3: I)。

6. 开口箭属 *Tupistra* Ker-Gawl.

叶下表皮细胞长方形或多边形,气孔器为无规则型(*T. tui* Wang et Liang; *T. delavayi* Franch., 图版 2: N, O; *T. fungilliiformis* Wang et Liang, 图版 2: P)。上表皮细胞较规则与下表皮细胞近同形,但气孔明显少。叶下表面扫描结果表明,气孔稍陷入表皮细胞,气孔孔缘有或无蜡质形成的厚孔缘。叶上表面角质层加厚方式多样,在 *T. urorepala* Wang et Tang 中为粗条纹状加厚(图版 3: L);在 *T. membranacea* Hong 中为致密的不规则的细条纹状或细波状加厚(图版 3: J);在 *T. tui* Wang et Liang 中角质加厚则较均匀,使得表皮细胞的轮廓清晰可见(图版 3: K)。

7. 蜘蛛抱蛋属 *Aspidistra* Ker-Gawl.

叶下表皮细胞长条形或多边形, 细胞长轴与叶片长轴平行, 气孔器为无规则型, (图版 3: A, B, C)。上表皮细胞与下表皮细胞同形, 气孔较少。叶下表面扫描结果表明, 气孔稍凸出或稍陷入表皮细胞, 气孔孔缘常具一圈明显的蜡质, 叶上表面角质不均匀加厚, 形成许多不规则的“脊”(*A. dolichanthera* X. X. Chen) (图版 3: M) 或形成稀疏的不连续的条纹, 在不连续处形成许多孔 (*A. omeiensis* Z. Y. Zhu et J. L. Zhang) (图版 3: N)。

根据以上对铃兰族(广义)叶表皮细胞的形态、气孔类型, 以及叶上表面角质层加厚方式的观察, 总结归纳为表 2。

讨 论

铃兰族(广义)是 K. Krause (1930) 建立的, 包括 7 个属: *Convallaria*; *Speirantha*; *Reineckia*; *Theropogon*; *Rohdea*; *Tupistra*; *Aspidistra*, 并进一步分成二亚族: 前 4 个属为铃兰亚族; 后 3 属为蜘蛛抱蛋亚族。以后的学者, 如 Hutchinson (1934, 1973); Takhtajan (1980, 1987); Dahlgren & Clifford (1982) 把这两个亚族提升为族, 内涵未变。Nakai (1936) 曾对蜘蛛抱蛋族的形态作了研究, 认为蜘蛛抱蛋属与开口箭属和万年青属之间的差异很大, 因而进一步将这三个属归为二个族: 单属的蜘蛛抱蛋族和万

表 2 铃兰族(广义)叶表皮(气孔器和角质层)特征

Table 2 Epidermal characters of leaves in Convallarieae (s. l.)

Taxon	Epidermal cells	Stomatal apparatuses	Shared subsidiary cells	Number of stomata on upper epidermis	Type of cuticular thickening
<i>Convallaria</i>	extremely irregular in size and shape	typically anomocytic	common	few	squamose
<i>Speirantha</i>	polygonal	ditto	rare	few	evenly thickened, outlines of epidermal cells clear
<i>Reineckia</i>	long-rectangular, $l/w = 5-7$	ditto	rare	few	obscurely striate
<i>Theropogon</i>	rectangular or polygonal	ditto	rare	non	unevenly thickened, forming numerous irregular ridges
<i>Rohdea</i>	rectangular or polygonal	ditto	rare	few	densely thin-striate
<i>Tupistra</i>	rectangular or polygonal	ditto	rare	few	evenly thickened or unevenly thickened, forming thin-or crass-striate sculpture
<i>Aspidistra</i>	rectangular or polygonal	ditto	occasionally found	few	unevenly thickened, forming ridges or sparse and disjunct striae with a pore at disjunctions

年青族(包括开口箭属和万年青属)。Sato (1942); Chang & Hsu (1974) 以及 Hong et al. (1989) 分别对这三个属的核型作了研究,也证明了蜘蛛抱蛋属不同于另外两属。

本文对这三个属花粉形态的研究,更进一步证明了 Nakai 的观点,因为开口箭属和万年青属花粉具远极单槽,舟形,外壁为穿孔或网状纹饰,而蜘蛛抱蛋属则为无萌发孔的球形花粉,外壁纹饰很复杂,常为各式的瘤状纹饰。花粉资料表明,蜘蛛抱蛋属显然不同于开口箭属和万年青属。因此,我们认为铃兰族(广义)至少包括三个族:铃兰族(狭义)、万年青族和蜘蛛抱蛋族(狭义)。

我们对铃兰族(广义)花粉形态的研究结果表明, *Convallaria*; *Speirantha*; *Reineckia*; *Theropogon*; *Rohdea*; *Tupistra* 花粉粒仍保留原始的远极单槽,单槽的消失,导致无萌发孔的 *Aspidistra* 类型的产生。花粉外壁纹饰的演化主要通过二条途径;在白穗花属、铃兰属和吉祥草属中,外壁均为小穿孔,一方面通过穿孔扩大,演化出万年青属和开口箭属部分种中的大穿孔纹饰,穿孔进一步扩大,产生了开口箭属中的网状纹饰;另一方面,通过穿孔的退化,由小穿孔纹饰演化出夏须草属的皱波状纹饰和蜘蛛抱

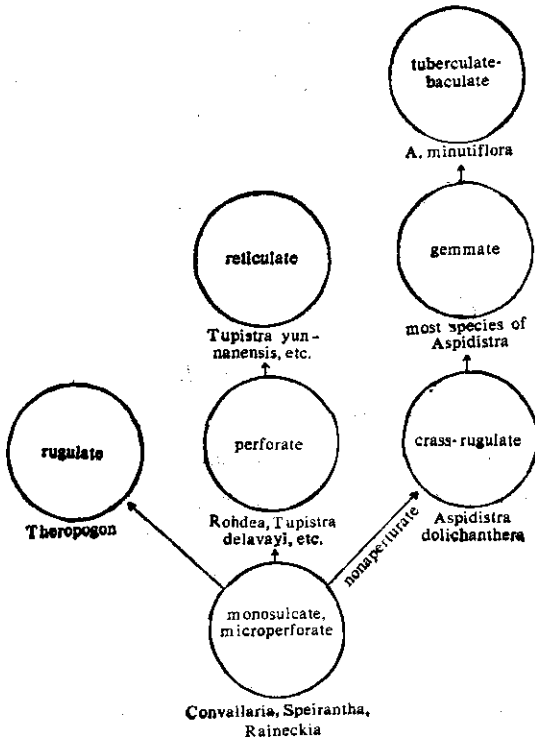


图1 铃兰族(广义)花粉形态(萌发孔和外壁纹饰)的进化图。Fig. 1 Diagram showing the evolutionary trends of pollen morphology (aperture and exine sculpture) in the tribe Convallarieae (s. l.)

蛋属的各式瘤状纹饰,详见演化趋势图1。

从图1不难看出,蜘蛛抱蛋属外壁纹饰比较复杂。在该属中的部分种中,花的外部形态的演化与其花粉外壁纹饰的演化相关联,并以多少相等的速度进行,即:花的形态演化到较高级阶段,花粉外壁纹饰同样处于演化的高级阶段。如: *A. dolichantha* 花(序)梗长,花白色,非肉质化,柱头不膨大,这些特征在蜘蛛抱蛋属中是比较原始的,该种的花粉外壁为大皱波状纹饰;而 *A. minutiflora* 花很小,绿色,肉质,柱头膨大,这些特征在蜘蛛抱蛋属中均属特化的类型,该种花粉外壁为致密的瘤棒状纹饰,并且瘤基有时收缢形成柄,这种纹饰在该属中是很特化的类型。

本文对铃兰族(广义)7个属的叶上、下表皮细胞的形态,气孔类型,以及叶表面角质加厚方式均作了观察。结果表明,除夏须草属上表皮完全无气孔外,其余各属上表皮气孔数目明显少于下表皮的,上表皮细胞常比下表皮细胞规则,同形或否。气孔器为无规则型气孔,在铃兰属中共用副卫细胞的现象极普遍。对叶表面扫描结果表明,角质层的加厚方式在不同属中不同,或同一属中不同种之间也多少有差异。

附录

(一) 花粉材料来源 (Origin of pollen materials)

- Convallaria majalis* L.: 河北 (Hebei): 小五台山, 37460.
Speirantha gardenii (Hook.) Baill.: 浙江 (Zhejiang): 昌化, 贺贤育 22753.
Reineckia carnea (Andr.) Kunth: 四川 (Sichuan): 灌县, 傅德志 870257.
Rohdea japonica (Thunb.) Roth: 湖北 (Hubei): 建始, 钱重海, 代伦膺 106.
Tupistra membranacea Hong: 四川 (Sichuan): 峨眉, 洪德元 PB88027.
T. yunnanensis Wang et Liang: 云南 (Yunnan):
T. delavayi Franch.: 湖南 (Hunan): 张家界, 吉占和, 无号
Theropogon pallidus Maxim.: 云南 (Yunnan): 凤庆, 俞德浚 4600.
Aspidistra dolichanthera X. X. Chen: 广西 (Guangxi): 龙州, 马黎明等 PB85139.
A. minutiflora Stapf: 广西 (Guangxi): 凭祥, 马黎明等 PB 86123
A. tonkinensis (Gagnep.) Wang et Lang: 广西 (Guangxi): 南宁, 南湖公园引种, 马黎明等 PB86120.
A. subrotata Y. Wan et C. C. Huang: 广西 (Guangxi): 南宁, 南湖公园引种, 李振宇等 PB85122.
A. sichuanensis K. Y. Lang et Z. Y. Zhu: 四川 (Sichuan): 灌县, 马黎明等 PB 84061.
A. elatior Bl.: 本所温室栽培。
A. saxicola Y. Wan: 广西 (Guangxi): 南宁, 南湖公园引种, 马黎明等 PB 86116.
A. oblanceifolia Wang et K. Y. Lang: 四川 (Sichuan): 重庆缙云山。郎楷永 L. Asp.-5.
A. omeiensis Z. Y. Zhu et J. L. Zhang: 四川 (Sichuan): 峨眉山洪椿坪。郎楷永 L. Asp.-3。

(二) 叶材料来源:

- Convallaria majalis* L.: 河北 (Hebei): 小五台山, 37460.
Speirantha gardenii (Hook.) Baill.: 江西 (Jiangxi): 庐山, 杨涤清 PB 89002.
Reineckia carnea (Andr.) Kunth: 四川 (Sichuan): 乐山, 管中天 6401。
Rohdea japonica (Thunb.) Roth: 四川 (Sichuan): 城口, 戴天伦 100708。
Theropogon pallidus Maxim.: 云南 (Yunnan): 大理, 王汉臣 2245。
Tupistra tui Wang et Liang: 四川 (Sichuan): 灌县, 傅德志, 870444。
T. delavayi Franch.: 四川 (Sichuan): 峨眉, 熊济华等 30941。
T. fungilliformis Wang et Liang: 云南 (Yunnan): 文山, 冯国楹 13135。
T. membranacea Hong: 四川 (Sichuan): 峨眉, 洪德元 PB 88027。
T. urotepala Wang et Tang: 四川 (Sichuan): 洪溪, 川经 1474。
Aspidistra
dolichanthera X. X. Chen: 广西 (Guangxi): 龙洲, 马黎明等 PB85139。
A. omeiensis Z. Y. Zhu et J. L. Zhang: 四川 (Sichuan): 峨眉山洪椿坪。郎楷永 L. Asp.-3
 (All the vouchers are preserved in PE)

参 考 文 献

- [1] 洪德元、郎楷永、张志亮, 1986: 蜘蛛抱蛋属(百合科)的细胞分类学研究(1)——四川七个种的核型, 植物分类学报, 24(5): 253—261
 [2] 汤彦承、张无休, 1985: 铃兰族的花粉研究及夏须草属的系统位置的研究, 植物分类学报, 23(2): 91—94。
 [3] Chang, H. J. & Hsu, C. C., 1974: A cytotaxonomical study on some Formosan Liliaceae, *Taiwania*, 19 (1): 58—71.
 [4] Dahlgren, R. M. T. & Clifford, H. T., 1982: The Monocotyledons: A Comparative Study. Academic Press, London.
 [5] Hong, D.-Y.; Ma, L.-M. & Chen, T., 1989: A discussion on the karyotype and evolution of the tribe Convallarieae (s. l.) (Liliaceae), in Hong (ed.): Plant Chromosome Research 1987, 123—129.
 [6] Hutchinson, J., 1934: The Families of Flowering Plants II, Macmillan, London.
 [7] —, 1973: The Families of Flowering Plants Arranged According to A New System Based on Their Probable Phylogeny, 3rd ed., Clarendon Press, Oxford.
 [8] Krause, K., 1930: Liliaceae in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien 2 auflage Band 15a: 227—

386.

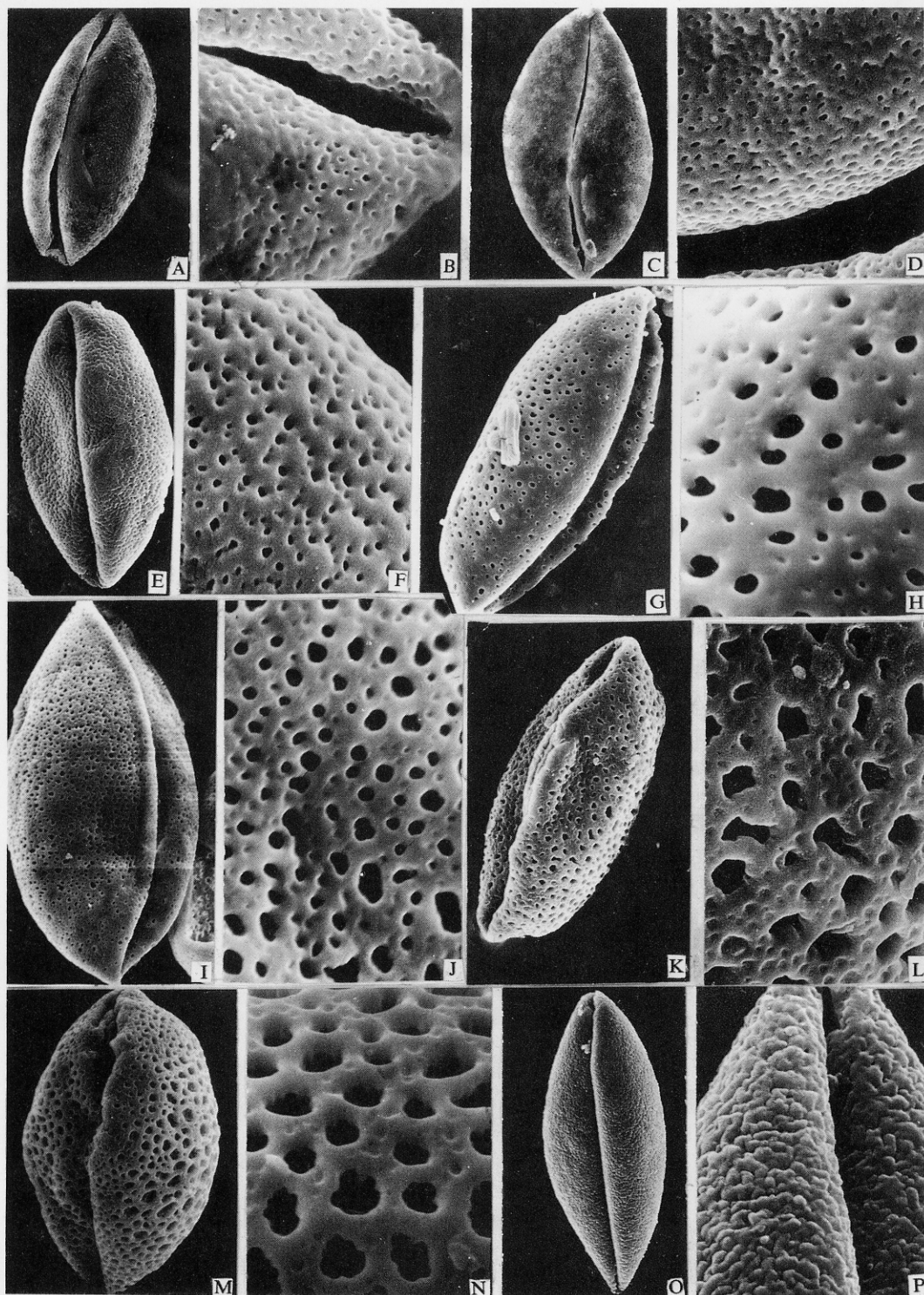
- [9] Nakai, T., 1936: Subdivision of Convallariaceae Link, *Journ. Jap. Bot.*, 12: 145—150.
- [10] Sato, D., 1942: Karyotype alteration and phylogeny in Liliceae and allied families, *Jap. Journ. Bot.*, 12: 57—161.
- [11] Takhtajan, A., 1970: Flowering Plants, Origin and Dispersal, Oliver & Boyd, Edinburgh.
- [12] ———, 1980: Outline of the Classification of Flowering Plants. *Bot. Rev.*, 46(3): 225—359.
- [13] ———, 1987: Systema Magnoliophytorum. Leninopoli Officina Editoria «Nauka» sectio Leninopolitana.
- [14] Walker, J. W., 1974: Aperture evolution in the pollen of primitive angiosperms. *Amer. J. Bot.*, 61(10): 1112—1137.
- [15] Utrecht, F. H., 1979: Floral vascular anatomy of the Himalayan *Theropogon pallidus* Maxim. (Liliaceae-Convallariaceae). *Ann. Carnegie Mus.*, 48(3): 25—41.

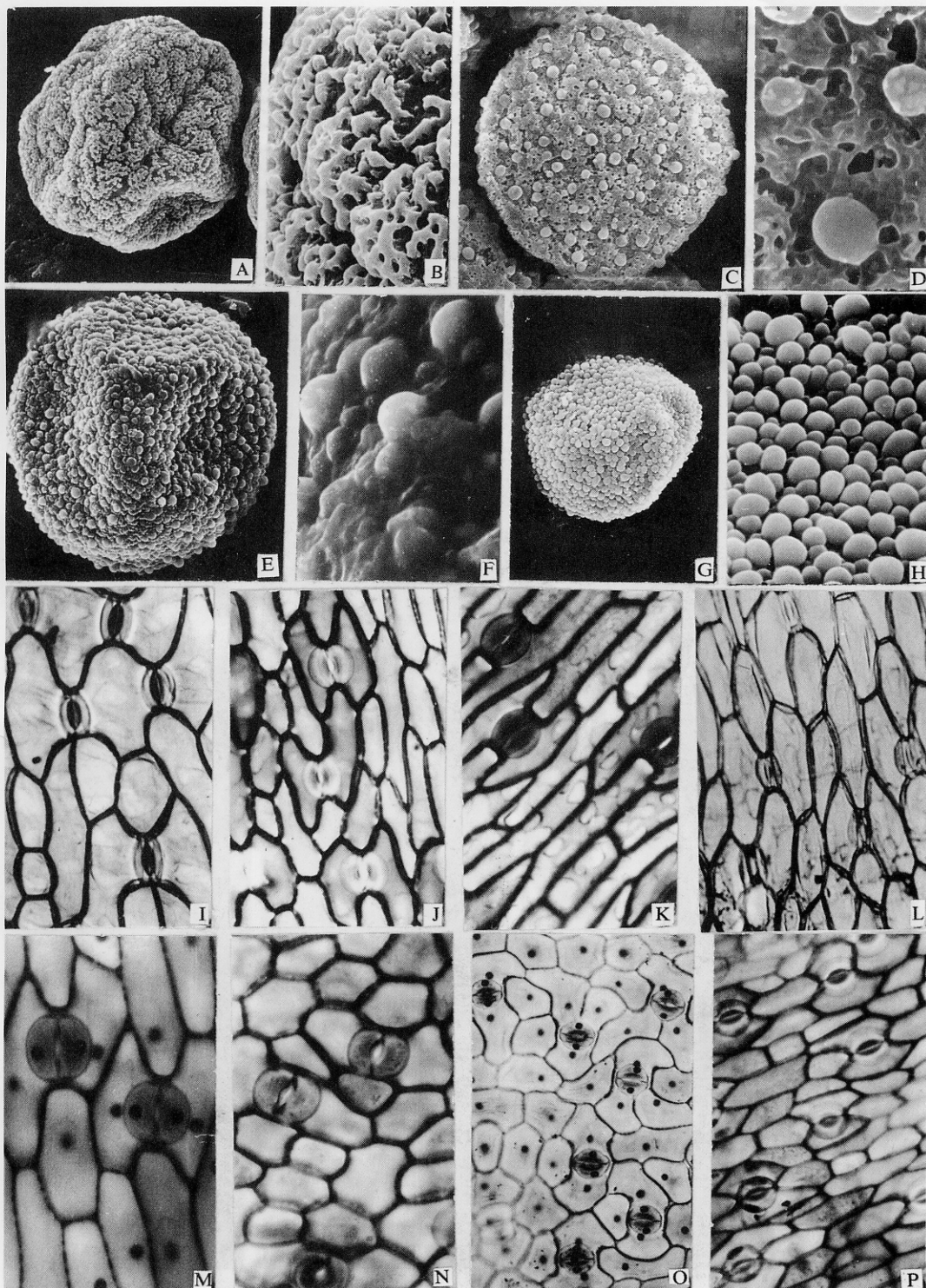
图版说明 Explanation of the plates

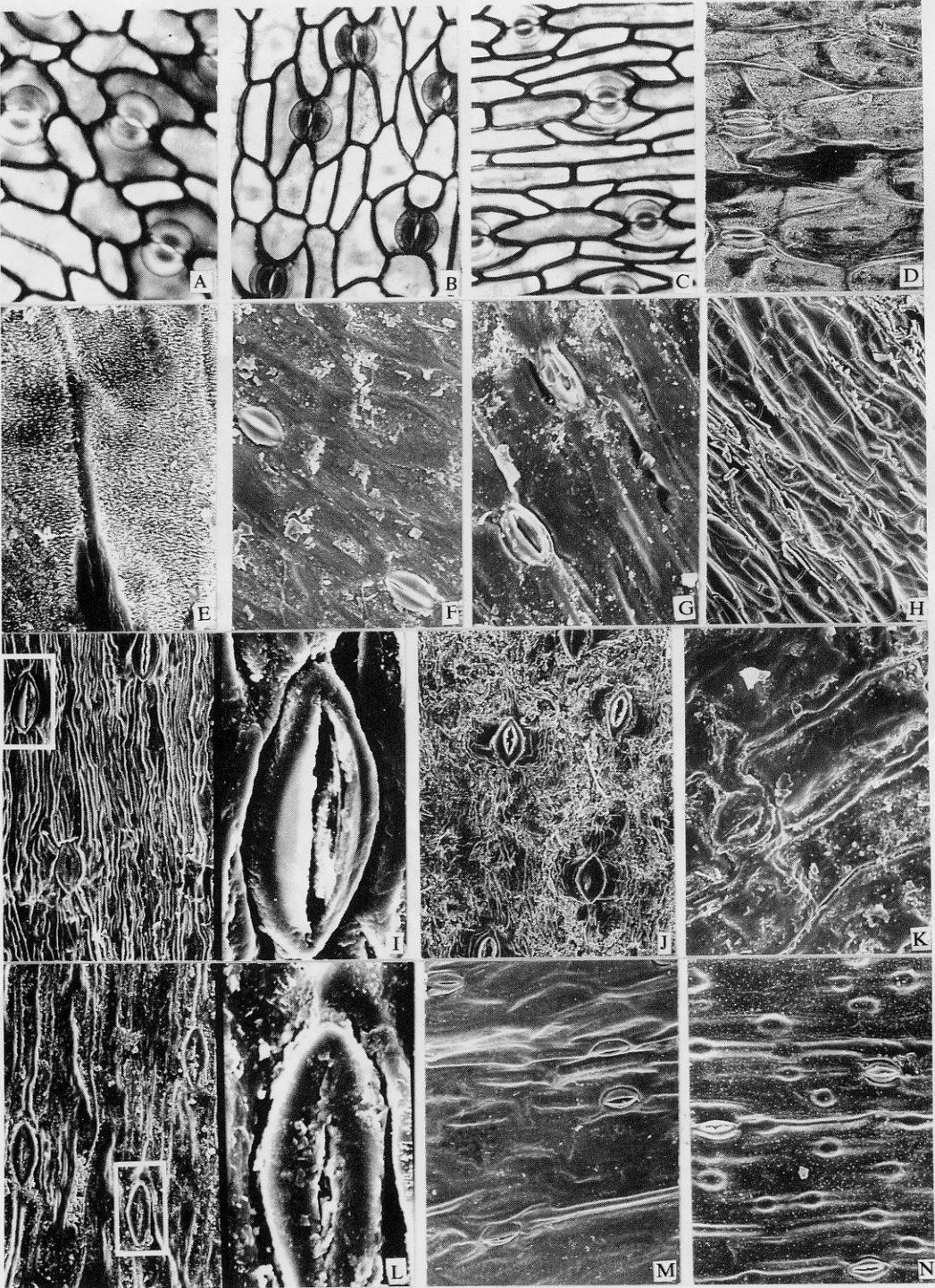
Plate 1 SEM photographs of pollen grains in the tribe Convallariaceae (s. l.). A,B: *Convallaria majalis*; C,D: *Speirantha gardenii*; E,F: *Reineckia carnea*; G,H: *Rohdea japonica*; I, J: *Tupistra delavayi*; K,L: *Tupistra yunnanensis*; M,N: *Tupistra omeiensis* O,P: *Theropogon pallidus*. (all $\times 1200$ and 6000)

Plate 2 A—H: SEM photographs of pollen grains in the tribe Convallariaceae (s. l.). A,B: *Aspidistra dolichanthera*; C,D: *Aspidistra tonkinensis*; E,F: *Aspidistra subrotata*; G,H: *Aspidistra minutiflora*. (all $\times 1200$ and 6000) I—P: LM photographs of the lower epidermis of leaves in the tribe Convallariaceae (s. l.). I: *Convallaria majalis*; J: *Speirantha gardenii*; K: *Reineckia carnea*; L: *Theropogon pallidus*; M: *Rohdea japonica*; N: *Tupistra tui*; O: *Tupistra delavayi*; P: *Tupistra fungilliiformis*. (all $\times 200$)

Plate 3 A—C: LM photographs of the lower epidermis of leaves in the tribe Convallariaceae (s. l.). A: *Aspidistra elatior*; B: *Aspidistra longiloba*; C: *Aspidistra minutiflora* (all $\times 200$) D—N: SEM photographs of the upper epidermis in the tribe Convallariaceae (s. l.). D,E: *Convallaria majalis* (D $\times 180$; E $\times 900$); F: *Speirantha gardenii* ($\times 180$); G: *Reineckia carnea* ($\times 180$); H: *Theropogon pallidus* ($\times 180$); I: *Rohdea japonica* ($\times 180$ and 900); J: *Tupistra membranacea* ($\times 180$); K: *Tupistra tui* ($\times 180$); L: *Tupistra urotepala* ($\times 180$ and 900); M: *Aspidistra dolichanthera* ($\times 180$); N: *Aspidistra omeiensis* ($\times 180$).







see explanations at the end of text